

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Агрономічний факультет
Кафедра ґрунтознавства та землеробства

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

МАЦЕНКО ЮРІЙ СЕРГІЙОВИЧ

УДК 633.16:632.9:631.147

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ БІОПРЕПАРАТІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО В УМОВАХ ТОВ «КООПЕРАТИВ АГРОВЕСНА» БУЧАНСЬКОГО РАЙОНУ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

201 «Агрономія»

Подається на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають
посилання на відповідне джерело _____ Ю. С. Маценко

Керівник роботи

Трембіцька О. І.
канд. с.-г. наук, доцент

Житомир – 2025

Зміст

<i>Анотація.....</i>	<i>3</i>
<i>Вступ</i>	<i>7</i>
<i>Розділ 1. Літературний огляд.....</i>	<i>10</i>
<i>1.1 Значення та характеристика ячменю ярого.....</i>	<i>10</i>
<i>1.2 Ботанічна характеристика ячменю ярого.....</i>	<i>12</i>
<i>1.3 Біологічні особливості ячменю ярого.....</i>	<i>12</i>
<i>1.4 Господарське значення ячменю ярого.....</i>	<i>14</i>
<i>1.5 Вплив біопрепаратів при вирощуванні сортів ячменю ярого</i>	<i>16</i>
<i>Розділ 2. Умови та об'єкти проведення дослідження.....</i>	<i>19</i>
<i>2.1. Місце і умови проведення дослідження</i>	<i>19</i>
<i>2.2 Методика та схема досліджу.....</i>	<i>21</i>
<i>Розділ 3. Результати досліджень.....</i>	<i>26</i>
<i>3.1 Вплив біопрепаратів на морфологічні показники сортів ячменю ярого.....</i>	<i>26</i>
<i>3.2 Фітопатологічна оцінка впливу сортових особливостей та біопрепаратів на розвиток хвороб ячменю ярого.....</i>	<i>31</i>
<i>3.2 Економічна ефективність застосування біопрепаратів при вирощуванні сортів ячменю ярого.....</i>	<i>33</i>
<i>Висновки.....</i>	<i>36</i>
<i>Рекомендації виробництву.....</i>	<i>37</i>
<i>Список використаних джерел.....</i>	<i>38</i>

АНОТАЦІЯ

Маценко Ю. С. Комплексна оцінка ефективності біопрепаратів при вирощуванні сортів ячменю ярого в умовах ТОВ «Кооператив Агровесна» Бучанського району Київської області – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 201 – Агрономія. – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

Кваліфікаційна робота містить 41 сторінок комп'ютерного тексту, яка містить 6 рисунків та 5 таблиць. Складається з 3 розділів, з вступу, висновків та рекомендацій виробництву. 39 джерел включає список використаної літератури.

За результатами наших досліджень, які були проведені протягом 2024-2025 рр., нами було вирішено поставлені задачі щодо найкращого біологічного препарату та сорту ячменю ярого. На основі отриманих даних можна зробити наступні висновки: найвищу генеративну продуктивність продемонстрував сорт Водограй при застосуванні біопрепарату Бактофіт, де середня кількість зернин у колосі становила 14,2 шт., що свідчить про позитивний вплив препарату на формування генеративних органів рослини; у сорту Водограй відмічалось збільшення маси 1000 зерен порівняно з сортом Авгій. Крім того, спостерігалась чітка позитивна динаміка при використанні різних біопрепаратів: від 43,5 г (Мікосан В) до 44,3 г (Бактофіт), що вказує на високу чутливість цього сорту до біологічного стимулювання; максимальне значення натури зерна – 645 г/л – зафіксовано також у варіанті Водограй + Бактофіт, що є свідченням покращення наливу зерна та підвищення його якості; найвища урожайність була досягнута за поєднання сорту Водограй із біопрепаратом Бактофіт і становила 3,85 т/га, що підтверджує ефективність взаємодії високопродуктивного сорту з біологічним препаратом; за вмістом білку також перевагу мав варіант Водограй + Бактофіт, де показник склав 10,5%, що свідчить про покращення якісних характеристик зерна в результаті

біологічної дії препарату; найвищий економічний ефект досягнуто саме при вирощуванні сорту Водограй з Бактофітом, де чистий прибуток становив 6450 грн/га, а рівень рентабельності – 31,46%, що є найкращим результатом серед усіх досліджуваних варіантів.

Для підвищення урожайності та якості зерна ячменю ярого у виробничих умовах рекомендується впроваджувати сорт Водограй у поєднанні з біопрепаратом Бактофіт, який забезпечив найвищі показники урожайності (3,85 т/га), вмісту білку (10,5%) та економічної ефективності (рентабельність 31,46%). Застосування Бактофіту позитивно впливає на генеративну продуктивність, масу 1000 зерен і натуру зерна, що свідчить про доцільність використання біологічних препаратів як екологічно безпечного засобу стимулювання росту.

Ключові слова: сорт Водограй, Авгій, біопрепарати, Бактофіт, Мікосан В, продуктивність, економічна ефективність.

SUMMARY

Matsenko Yu. S. Comprehensive assessment of the effectiveness of biological products in the cultivation of spring barley varieties at the conditions of the Cooperative Agrovlasna LLC in the Bucha district of the Kyiv region – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for obtaining a master's degree in the specialty 201 – Agronomy. – Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

The qualification work contains 41 pages of computer text, including 6 figures and 5 tables. It consists of 3 sections: introduction, conclusions, and recommendations for production. The list of references includes 39 sources.

Based on the results of our research conducted in 2024-2025, we solved the tasks of finding the best biological product and spring barley variety. Based on the data obtained, the following conclusions can be drawn: the Vodograi variety demonstrated the highest generative productivity when using the Bactofit biological preparation, where the average number of grains in the ear was 14,2, which indicates the positive effect of the preparation on the formation of the generative organs of the plant; the Vodograi variety showed an increase in the weight of 1,000 grains compared to the Avgii variety. In addition, a clear positive trend was observed when using various biological products: from 43,5 g (Mikoson B) to 44,3 g (Bactofit), which indicates the high sensitivity of this variety to biological stimulation; the maximum grain weight – 645 g/l – was also recorded in the Vodogray + Bactofit variant, which indicates an improvement in grain filling and an increase in its quality; the highest yield was achieved by combining the Vodogray variety with the Bactofit biological preparation and amounted to 3,85 t/ha, which confirms the effectiveness of the interaction between a high-yielding variety and a biological preparation; in terms of protein content, the Vodogray + Bactofit variant also had an advantage, with an indicator of 10,5%, which indicates an improvement in the quality characteristics of the grain as a result biological effect of the preparation; the highest economic effect was achieved precisely when growing the Vodograi variety with Bactofit, where the net profit was 6450 UAH/ha,

and the profitability level was 31,46%, which is the best result among all the options studied.

To increase the yield and quality of spring barley grain in production conditions, it is recommended to introduce the Vodograi variety in combination with the Bactofit biological product, which provided the highest yield (3,85 t/ha), protein content (10,5%), and economic efficiency (profitability of 31,46%). The use of Bactofit has a positive effect on generative productivity, the weight of 1,000 grains, and grain quality, which indicates the feasibility of using biological preparations as an environmentally safe means of stimulating growth.

Keywords: Vodogray variety, Avgiy, biological preparations, Bactofit, Mikosan B, productivity, economic efficiency.

ВСТУП

Актуальність теми. В умовах зростаючого дефіциту природних ресурсів, деградації ґрунтів та екологічних ризиків, пов'язаних із надмірним використанням мінеральних добрив і пестицидів, особливої ваги набувають екологічно безпечні та ресурсозберігаючі технології вирощування сільськогосподарських культур. Серед таких технологій усе більшого значення набуває застосування біопрепаратів – мікробіологічних засобів, здатних підвищувати урожайність, покращувати фітосанітарний стан посівів, стимулювати розвиток рослин та підвищувати ефективність засвоєння елементів живлення.

Ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L.) є однією з провідних зернових культур у сільськогосподарському виробництві України. Забезпечення стабільно високої врожайності та якості зерна ячменю потребує комплексного підходу до системи удобрення та захисту рослин. У цьому контексті вивчення впливу різних біопрепаратів на продукційний процес сортів ячменю ярого є надзвичайно важливим як з наукової, так і з практичної точки зору.

Незважаючи на наявність окремих досліджень щодо дії окремих біопрепаратів, недостатньо вивченим залишається питання комплексної оцінки їх ефективності з урахуванням сортових особливостей, агроекологічних умов вирощування та інтегрованого підходу до технології вирощування. Тому проведення ґрунтовних досліджень, спрямованих на встановлення найбільш ефективних комбінацій біопрепаратів і сортів ячменю ярого, є актуальним завданням сучасної аграрної науки, що сприятиме впровадженню інноваційних підходів у практику сталого землеробства.

Об'єкт дослідження – є ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L.), як сільськогосподарська культура..

Предмет дослідження – є ефективність дії біопрепаратів на ріст, розвиток, урожайність та якість зерна різних сортів ячменю ярого, а також їхній вплив на фітосанітарний стан посівів.

Метою роботи є встановлення впливу біопрепаратів різного механізму дії на продуктивність, фітосанітарний стан і агробіологічні показники сортів ячменю ярого з метою обґрунтування доцільності їх використання в технології вирощування культури для підвищення урожайності та покращення якості зерна в умовах сталого землеробства.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- ☐ проаналізувати науково-методичні джерела щодо застосування біопрепаратів у технологіях вирощування ячменю ярого;
- ☐ провести польові дослідження, спрямовані на оцінку дії біопрепаратів на ріст і розвиток рослин ячменю ярого;
- ☐ оцінити вплив біопрепаратів на урожайність та якість зерна різних сортів ячменю ярого;
- ☐ дослідити фітосанітарний стан посівів за дії біопрепаратів, зокрема розвиток основних хвороб і шкідників;
- ☐ провести порівняльний аналіз ефективності біопрепаратів у залежності від сорту ячменю;
- ☐ розрахувати економічну оцінку ефективності використання біопрепаратів у технології вирощування ячменю ярого;
- ☐ сформулювати практичні рекомендації щодо доцільного використання біопрепаратів для підвищення продуктивності ячменю ярого в умовах сталого землеробства.

Методи досліджень. У ході дослідження були використані наступні методи: польовий експеримент – закладення досліду передбачало застосування різних біопрепаратів на кількох сортах ячменю ярого;

- ☐ фенологічні спостереження – для визначення фаз розвитку рослин, тривалості вегетаційного періоду, темпів росту та розвитку культури;

□ біометричні методи – для вимірювання морфологічних показників рослин (висота, кількість стебел, продуктивних колосків, маса 1000 зерен тощо);

□ агрономічний облік урожаю – з метою визначення врожайності зерна, структури врожаю;

□ лабораторні методи – для оцінки якості зерна (вміст білка, клейковини, натура, тощо) та аналізу фітосанітарного стану рослин;

□ економічний аналіз – для визначення рівня рентабельності застосування біопрепаратів, розрахунку собівартості продукції;

□ статистична обробка результатів – виконувалась з використанням методів варіаційної статистики з метою оцінки достовірності отриманих результатів.

Перелік публікацій автора за темою досліджень:

1. Трембіцька О. І., Столяр С. Г., Ковальчук Ю. В., Маценко Ю. С. Вплив густоти посіву на агробіологічні показники та врожайність ячменю ярого (*Hordeum Vulgare* L.) у зоні Полісся. *Аграрні інновації*. 2025. № 33. Подано до друку.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Роботу містить 41 сторінок комп'ютерного набору, також містить 5 таблиць, 6 рисунків. Складається з 3 розділів, вступу, висновків, рекомендацій виробництву, додатків. 39 найменувань має список використаних джерел включає.

Для написання дипломної роботи використовується Положення про написання кваліфікаційної роботи в Житомирському національному агроекологічному університеті [16].

РОЗДІЛ I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Значення та характеристика ячменю ярого.

Ячмінь – одна з найдавніших культур, яку людина почала використовувати ще понад 8 тисяч років тому. Археологічні знахідки підтверджують його вирощування ще у неолітичний період, зокрема на території Близького Сходу. Історичними центрами походження культури вважаються сучасні Іран, Ірак, Сирія, Туреччина та Афганістан, звідки вона поширилася в інші регіони Європи, включаючи Балканський півострів, долину Дунаю та територію України. За даними вітчизняних досліджень, на території України ячмінь почали вирощувати ще у VI тисячолітті до н.е.

Серед основних зернових культур ячмінь посідає четверте місце у світі за посівними площами після пшениці, рису та кукурудзи, а ярий ячмінь – третє місце серед ярих зернових. Його популярність зумовлена широким спектром використання, високою кормовою, продовольчою та технічною цінністю [1,6].

Зерно ярого ячменю містить у середньому 12–15 % білка, до 75 % вуглеводів, а також значну кількість мінеральних речовин та вітамінів, зокрема групи В. Воно добре збалансоване за амінокислотним складом, що робить ячмінь особливо цінним у тваринництві. Один кілограм зерна забезпечує 1,21 кормових одиниці, перевищуючи за цим показником овес, жито та просо. Крім зерна, як корм використовуються також солома, зелена маса, та побічні продукти переробки (барда, пивна дробина). У кормовиробництві ячмінь вигідний через нижчу собівартість одиниці продукції порівняно з іншими культурами.

В харчовій промисловості з ячменю виготовляють перлову та ячмінну крупу, а також солодовий екстракт, який широко застосовують у пивоварній, спиртовій, кондитерській та фармацевтичній промисловості. Саме ячмінь є основною сировиною для виготовлення пива. Пивоварні сорти повинні мати високий вміст крохмалю (не менше 65%) та невисокий вміст білка (до 10%),

оскільки це впливає на якість напою, зокрема на цінність, аромат та смак [2,4].

У медичній та дієтичній практиці також знаходять застосування продукти переробки ячменю – солодові витяжки, дріжджі, які є джерелом ферментів, білків, вітамінів та мінералів. В останні роки вчені відкрили у зерні ячменю біологічно активні речовини – токоли та фітати, які мають позитивний вплив на здоров'я людини [3,26].

Агротехнічно ячмінь ярий є цінною культурою через короткий вегетаційний період (55–100 днів), раціональне використання вологи та добру придатність до вирощування в різних кліматичних умовах – від північних регіонів до субтропиків. Він швидко звільняє поле, тому служить добрим попередником для багатьох сільськогосподарських культур, зокрема багаторічних бобових трав. Також використовується як страхова культура при пересіві озимини.

За даними останніх років, світові посіви ячменю становлять понад 75 млн га, валовий збір перевищує 150 млн тонн. Частка України в цьому виробництві складає близько 8%, або понад 9,9 млн тонн, що ставить її серед провідних експортерів. Проте середня врожайність в Україні (2,5 т/га) значно поступається країнам Західної Європи, де вона сягає 6–7 т/га.

Водночас, у зв'язку з ринковими змінами, протягом останніх 20 років в Україні посівні площі під ярим ячменем скоротилися майже в чотири рази – з 5,8 млн га у 2003 р. до близько 1,5 млн га у 2020 р. Попри це, врожайність зросла за рахунок впровадження нових сортів і вдосконалення технологій. Проте, за оцінками науковців, реалізується лише 35–45% потенціалу врожайності, тоді як у країнах ЄС до 60–70% [4].

У зв'язку з цим, важливим завданням сучасного зернового виробництва є впровадження ефективних сортів та технологій, які дозволяють максимально реалізувати генетичний потенціал культури. Це передбачає оптимізацію всіх елементів агротехніки – від вибору сорту до системи удобрення та догляду, з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов.

1.2 Ботанічна характеристика ячменю ярого

Ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L.) – однорічна трав'яниста рослина родини злакових (*Poaceae*), яка належить до однієї з найдавніших культур, вирощуваних людиною. У культурі поширені переважно дворядні та шестирядні форми, серед яких ярий ячмінь є найбільш розповсюдженим у помірних кліматичних зонах.



Ботанічна будова. Рослина має фіброзну кореневу систему мичкуватого типу, що проникає в ґрунт до глибини 100–120 см. Стебло – соломина, пряма, циліндрична, з п'ятьма–сімома міжвузлями, висотою від 50 до 100 см залежно від сорту та умов вирощування. Листки лінійні, чергові, шириною 8–15 мм, з листковою пластинкою, язичком і вушками, що охоплюють стебло.

Суцвіття – колос, що складається з головної осі, на якій розміщені трирядно колоски. У дворядних форм плодючими є тільки середні колоски, тоді як у шестирядних – усі три. Колос зазвичай щільний, довжиною 5–10 см. Колоскові луски закінчуються остюками, довжина яких у різних сортів може суттєво відрізнятися. Плід – зернівка, півчаста або голозерна, видовженої форми, маса 1000 зерен – від 35 до 55 г [1].

1.3 Біологічні особливості ячменю ярого

Ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L. subsp. *vulgare*) характеризується низкою важливих біологічних властивостей, які визначають його місце в структурі посівів, технології вирощування та агроекологічній придатності.

Як культура ярового типу розвитку, він проходить усі фази онтогенезу протягом одного вегетаційного періоду, не потребуючи періоду яровизації.

🌿 *Температурні вимоги.* Ячмінь ярий – культура помірного клімату, добре пристосована до регіонів з коротким вегетаційним періодом і помірними температурами. Мінімальна температура проростання насіння становить $+1...+2^{\circ}\text{C}$, оптимальна $+10...+15^{\circ}\text{C}$. Молоді рослини здатні витримувати заморозки до -8°C , особливо у фазі сходів та кущіння, що дозволяє висівати культуру в ранні строки [2,28].

Найбільш критичними до температури є фази колосіння та наливу зерна, коли оптимальні температури мають становити $+18...+22^{\circ}\text{C}$. Високі температури в цей період (понад $+30^{\circ}\text{C}$) можуть призвести до погіршення якості зерна та зниження врожайності.

💧 *Вологозабезпечення.* За потребою у вологу ярий ячмінь поступається багатьом зерновим, але має високу посухостійкість у другій половині вегетації завдяки добре розвиненій мічкуватій кореневій системі, яка здатна проникати до 120 см у глибину.

Найвища потреба вологу спостерігається у фазах кущіння – вихід у трубку та колосіння, коли недостача вологу може істотно знизити кількість продуктивних стебел і зерен у колосі. Проте завдяки короткому вегетаційному періоду ярий ячмінь часто уникає літньої посухи, що робить його придатним для вирощування в посушливих районах або на бідніших ґрунтах [3,33].

☉ *Світловий режим.* Ячмінь ярий – типова рослина довгого дня. Інтенсивне наростання вегетативної маси та перехід до генеративних фаз чітко пов'язані з фотоперіодом. За умов недостатньої тривалості світлового дня (менше 12 годин) культура розвивається повільніше, формує менш продуктивні стебла та зменшується врожайність [14,27].

У зв'язку з цим ячмінь краще формує врожай у регіонах з довготривалим природним освітленням навесні та на початку літа – що характерно, зокрема, для Полісся та північного Лісостепу України.

 *Ґрунтові вимоги.* Культура відносно невибаглива до родючості ґрунтів, проте не переносить кислих умов. Оптимальним є нейтральне або слабкокисле середовище (рН 6,0–7,5). Найвищу врожайність ярий ячмінь формує на структурних, добре дренованих чорноземах, дерново-підзолистих ґрунтах із середнім і високим вмістом гумусу.

Не придатними є перезволожені, важкі, глинисті та засолені ґрунти, де культура часто потерпає від коренових гнилей та пригнічення росту [22,25].

 *Фізіолого-біохімічні властивості.* Культура має порівняно низьку фотосинтетичну продуктивність, однак характеризується високою економічністю використання поживних речовин і води. Відзначається швидким темпом розвитку, що дозволяє уникати багатьох хвороб і шкідників, а також формувати врожай до настання літньої спеки.

Завдяки короткому вегетаційному періоду ярий ячмінь широко використовується як страхова або післяжнивна культура. Його також вирощують у змішаних посівах із зернобобовими на зелений корм [6,14].

Отже, завдяки своїм біологічним властивостям – скоростиглості, відносній посухостійкості, холодостійкості та високій адаптивності – ярий ячмінь залишається однією з ключових культур у зерновому господарстві, особливо в районах ризикованого землеробства та на легких ґрунтах.

1.4 Господарське значення ячменю ярого

Ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L.) є однією з найважливіших зернових культур у світовому та вітчизняному сільському господарстві. Його цінність визначається не лише як високоврожайної та адаптованої до різних кліматичних умов культури, а й завдяки універсальності використання у харчовій, кормовій, технічній та пивоварній промисловості.

Продовольче значення. Хоча ячмінь поступається пшениці за хлібопекарськими якостями, він має велике значення у виробництві круп, зокрема перлової та ячмінної. Ці продукти є поживними, багатими на

вуглеводи, мінеральні речовини (кальцій, фосфор, залізо), вітаміни групи В (В1, В2, РР) та харчові волокна.

У деяких країнах із традиційним раціоном ячмінь використовується як основна харчова культура. Також його додають до борошна для покращення харчової цінності сумішей при випіканні хліба (до 10–15%) [31,35].

Кормове значення. Ячмінь є однією з найцінніших фуражних культур. Його зерно містить: до 12–15% білка, до 75% вуглеводів та 1,5–2% жиру.

У подрібненому вигляді зерно ячменю є чудовим кормом для всіх видів сільськогосподарських тварин — особливо свиней (при беконній відгодівлі), птиці, великих та дрібних жуйних. З одного кілограма зерна отримують 1,21 кормових одиниць, що більше, ніж у вівса (1,0), жита (1,14) або проса (0,94). Крім того, у 100 кг соломи міститься близько 37 кормових одиниць [19-23].

Окрім зерна, солома і зелена маса ячменю є важливими компонентами в системі польового кормовиробництва. Ячмінь часто вирощують у змішаних посівах із бобовими культурами — вика яра, люпин, горох — для заготівлі сінажу або зеленої маси.

Технічне і пивоварне значення. Однією з найцінніших властивостей ячменю є його використання у пивоварній промисловості. Саме з зерна ячменю виготовляють солод — основну сировину для пивоваріння. При цьому використовують спеціальні пивоварні сорти, які мають:

високий вміст крохмалю (не менше 65–68%),

низький вміст білка (до 10%),

хорошу виповненість і вирівняність зерна,

низьку плівчастість.

Продукти переробки ячменю — пивна дробина, барда, солодовий концентрат — широко використовуються як білкові добавки у раціонах тварин.

Крім того, ячмінний солодовий екстракт має лікувальні та дієтичні властивості, що дає змогу використовувати його у фармацевтичній, кондитерській та хлібопекарській промисловості [12,19].

Агроекологічне значення. Ячмінь ярий є цінною культурою і з агротехнічної точки зору. Він має короткий вегетаційний період (60–100 діб), економно використовує вологу, стійкий до вилягання, звільняє поле раніше, ніж інші культури, що дозволяє ефективно використовувати його як попередник для озимини або кормових бобових.

Культура також слугує страховим варіантом при пересіві озимини, що загинула після перезимівлі, і є придатною для двохуржайного землеробства в південних районах [24,25].

Отже, завдяки своїй агрономічній пластичності, короткому вегетаційному періоду, універсальному використанню, високій кормовій та продовольчій цінності, ярий ячмінь займає важливе місце як у національному аграрному секторі, так і в глобальному зерновому балансі. Він є ключовою культурою у забезпеченні продовольчої безпеки, тваринництва та експортного потенціалу України.

1.5 Вплив біопрепаратів на вирощуванні ячменю ярого

В умовах інтенсивного землеробства та посилення екологічних викликів сучасного сільського господарства важливого значення набуває застосування біологічних засобів для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, зокрема ячменю ярого. Біопрепарати, які містять живі мікроорганізми або продукти їх життєдіяльності, здатні стимулювати ріст рослин, покращувати доступність елементів живлення, зменшувати фітопатогенне навантаження, підвищувати стресостійкість культур та забезпечувати стабільність агроєкосистем.

Ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L.) займає важливе місце серед зернових культур в Україні, і його вирощування потребує удосконалення технологічних підходів із залученням біологічних факторів з метою підвищення урожайності та якості продукції. У зв'язку з цим у вітчизняній і

зарубіжній науці зростає інтерес до вивчення ефективності біопрепаратів при вирощуванні цієї культури.

Дослідження Власюк О. свідчать, що застосування біопрепаратів, зокрема Поліміксобактерину, Агробактерину та Біокомплексу-БТУ, як у передпосівній обробці насіння, так і при позакореновому обприскуванні посівів, позитивно впливає на ріст, розвиток і продуктивність ячменю ярого. У результаті дослідів приріст урожайності становив від 2,8 до 13,1 % залежно від препарату і фону удобрення, що свідчить про доцільність використання біопрепаратів у технологічних схемах вирощування культури [8].

Макуха О.В. у своїх дослідженнях показала економічну доцільність застосування біологічних засобів, таких як Альбобактерин і Поліміксобактерин, при вирощуванні сортів Совіра та Ілот у південному Степу України. Результати вказують на підвищення врожайності та рентабельності виробництва за умов комбінованого використання біопрепаратів і добрив [9].

Згідно з даними Андрейченка О. Г. та інших. ефективність біопрепаратів проявляється не лише у підвищенні урожайності, а й у покращенні морфоагрономічних характеристик рослин ячменю. Дослідження, проведені в північному Степу України, підтверджують позитивний вплив біологічних препаратів і біологічно активних речовин на голозерні та плівчасті форми ячменю ярого [10].

Григор'єва Т. М. доводить, що поєднане застосування мінеральних добрив із мікробіологічними препаратами (Мікрогумін, Фосфоентерин) у системі удобрення ячменю ярого є ефективним агроприйомом, що забезпечує підвищення врожайності та зниження затрат на добрива за збереження високих агрономічних показників культури [11].

Окрему увагу науковці приділяють фітосанітарному ефекту біопрепаратів. Так, у дослідженнях з використанням препарату Micro-1 (на основі *Bacillus amyloliquefaciens*) встановлено значне зниження розвитку корневих гнилей та листових хвороб (зокрема гельмінтоспоріозу), що

також позитивно вплинуло на урожай зерна. Обробка посівів у фазах кущення і колосіння знижувала ураженість культур фітопатогенами на 30–50 % [12].

Зарубіжні джерела також підтверджують ефективність біопрепаратів у технологіях вирощування ячменю. У низці досліджень встановлено, що поєднання біофertilайзерів з мінеральними добривами дозволяє скоротити внесення NPK до 75 % без зниження врожайності, водночас підвищується біологічна активність ґрунту, поліпшується білковий склад зерна і загальна адаптація рослин до стресових умов [36-40].

Незважаючи на значну кількість досліджень, низка важливих аспектів залишається недостатньо вивченою. Зокрема, потребує подальшого опрацювання сортова специфічність реакції ячменю ярого на застосування біопрепаратів, а також вивчення ефективності таких препаратів у різних ґрунтово-кліматичних умовах. Варто також розширити дослідження щодо комбінованого застосування біопрепаратів на різних етапах онтогенезу культури (інокуляція насіння, обробки по вегетації) та в умовах абіотичного стресу (посуха, підвищена солонцюватість тощо).

Таким чином, огляд літературних джерел свідчить про актуальність і перспективність використання біопрепаратів у вирощуванні ячменю ярого. Разом з тим, необхідність комплексної оцінки їх ефективності з урахуванням сортових особливостей, фітосанітарного стану посівів та економічної доцільності обґрунтовує доцільність проведення подальших досліджень у цьому напрямі.

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА ОБ'ЄКТИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Місце та умови досліджень

Місце проведення досліджень. Дослід проводили упродовж 2024–2025 рр. в умовах ТОВ «Кооператив агровесна» Бучанського району Київської області.

Дослідна ділянка розташована в у зоні Лісостепу України, де переважають сірі лісові (опідзолені). За гранулометричним складом — середньосуглинкові, з орним шаром середньої потужності (20–25 см), добре окультурені в результаті тривалого сільськогосподарського використання.

Сірі лісові ґрунти формуються під покривом листяних лісів у помірно вологому кліматі. Вони мають задовільні фізико-хімічні властивості, проте характеризуються середнім рівнем природної родючості через помірний вміст гумусу та схильність до підкислення. У типових умовах Бучанського району сірі лісові ґрунти мають такі показники: вміст гумусу в орному шарі – на рівні 2,0–2,5 %; рН сольової витяжки (рНКСІ) – 5,2–5,8, що свідчить про слабокислу реакцію ґрунтового середовища. За агрохімічними показниками ґрунт має наступний вміст рухомих форм основних поживних елементів: азоту – 80 мг/кг, фосфору – 95 мг/кг, калію – 104 мг/кг, такий рівень забезпеченості поживними речовинами є середнім, що потребує внесення мінеральних добрив для підвищення врожайності ячменю ярого.

Ґрунт добре поглинає та утримує вологу, проте в посушливі роки може спостерігатися її дефіцит у період активного росту рослин, що обумовлює необхідність заходів зі збереження вологи.

Сірі лісові ґрунти чутливі до зниження агрохімічного навантаження, зокрема зменшення внесення мінеральних добрив, тому ефективність використання біопрепаратів, які мобілізують фосфор, азот та покращують мікробіологічну активність ґрунту, є особливо актуальною в таких умовах.

Клімат помірно-континентальний з достатнім зволоженням і сприятливими умовами для вирощування ячменю ярого. Середньорічна температура повітря становить +7,5...+8,5 °С. Найхолоднішим місяцем є

січень (середня температура $-5...-6^{\circ}\text{C}$), а найтеплішим – липень ($+18...+20^{\circ}\text{C}$). Весняні заморозки зазвичай припиняються у третій декаді квітня, а осінні спостерігаються вже наприкінці жовтня, що формує вегетаційний період тривалістю близько 180–200 днів.

Річна кількість опадів у районі коливається в межах 550–650 мм, причому до 70 % з них припадає на теплу пору року – з квітня по жовтень. Найбільша кількість опадів випадає в червні–липні у вигляді дощів, іноді з грозами. Незважаючи на загальну достатню зволоженість, можливі короточасні періоди весняної або літньої посухи, що можуть негативно впливати на ріст і розвиток ячменю ярого.

У холодний період переважають північно-західні та західні вітри, середня швидкість вітру – 3,5–4,5 м/с. Взимку спостерігається сніговий покрив висотою до 15–25 см, який утримується в середньому 80–90 днів.

Таким чином, кліматичні умови Бучанського району є загалом сприятливими для вирощування ячменю ярого, однак можуть потребувати адаптивних елементів технології вирощування, зокрема застосування біологічних препаратів, які підвищують стійкість рослин до несприятливих умов.

2.2 Методика та схема досліду

Програмою досліджень передбачено вивчення впливу біопрепаратів на ріст, розвиток та продуктивність ярого ячменю двох сортів. Для досягнення поставленої мети було закладено польовий дослід відповідно до загальноприйнятої методики ведення агрономічних досліджень.

Польовий дослід проводили у трикратній повторності, з систематичним розміщенням ділянок.

Схема досліду

Фактор А – Сорт	Фактор В – Біопрепарати
Авгій	Мікосан В
	Бактофіт
Водограй	Мікосан В
	Бактофіт

Дослідження проводилися на фоні внесення мінеральних добрив у нормі $N_{90}P_{50}K_{80}$. Попередником культури був соняшник. Сівба здійснювалася сівалкою СЗ-3,6 з глибиною загортання насіння 4–5 см. Площа облікової ділянки – 25 м².

Догляд за посівами здійснювався відповідно до загальноприйнятої технології вирощування ярого ячменю для умов Полісся. Упродовж вегетації проводили фенологічні спостереження, біометричні обліки, визначали показники структури врожаю, а також проводили контроль урожайності та якісних показників зерна.

Зібрані дані опрацьовували методом математико-статистичного аналізу для визначення достовірності результатів.

Характеристика сорту Авгій. Створений селекціонерами Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла НААН України та занесений до Державного реєстру сортів рослин України у 2008 році. Він рекомендований для вирощування в Лісостеповій і Поліській зонах.

За морфологічними ознаками сорт належить до різновиду *nutans* – це дворядний тип колосу, з добре вирівняними рослинами (до 95 %). Вегетаційний період становить 89–98 днів, що відповідає середньостиглій групі стиглості. Висота рослин – у межах 75–92 см, що забезпечує добру стійкість до вилягання.

Сорт характеризується високою вирівняністю зерна, маса 1000 насінин становить 44,2–53,2 г. За вмістом білка у зерні сорт належить до зернових та пивоварних сортів – білковий вміст коливається в межах 10,6–11,2 %, що є прийнятним показником для пивоварної промисловості.

Стійкість до основних хвороб ячменю, зокрема до несправжньої борошнистої роси (7 балів), а також має задовільну толерантність до стресових факторів навколишнього середовища. Потенційна урожайність за оптимальних умов може сягати 5,5–6,0 т/га, хоча в умовах виробництва цей

показник становить 3,5–4,5 т/га залежно від року, погодних умов і агротехнічного фону.

Характеристика сорту Водограй. Створений селекційно-генетичним інститутом та занесений до Державного реєстру сортів рослин України у 2005 році. Він рекомендований для вирощування в умовах Полісся та Лісостепу. Сорт добре адаптований до умов помірного зволоження, середньої кислотності ґрунтів та відносно короткого вегетаційного періоду.

Середньостиглий сорт. Тривалість вегетаційного періоду становить у середньому 85–87 днів, що дозволяє культурі ефективно використовувати весняно-літній вологозабезпечений період. Висота рослин – 70–80 см, що забезпечує достатню стійкість до вилягання навіть за підвищеного фону живлення.

Сорт має дворядний колос середньої щільності, ості довгі, зазубрені, колоски розміщені рівномірно. Зерно – велике, жовтого кольору, тонкоплівчасте, ромбічної форми, що є типовим для пивоварних сортів. Маса 1000 зерен – 48–52 г, а вміст білка в зерні – у межах, що дозволяють використовувати його як для харчових, так і для пивоварних потреб.

Потенціал урожайності сорту становить 7,0–7,8 т/га, у той час як середня врожайність за умов виробництва досягає 5,5–6,5 т/га залежно від погодних умов і технології вирощування.

Стійкість до хвороб – на високому рівні. Сорт відзначається толерантністю до борошнистої роси, гельмінтоспоріозу, летючої сажки, а також стійкий до осипання та вилягання. Також має відносно високу посухостійкість, що є важливою характеристикою для регіонів з періодичними літніми дефіцитами вологи.

Біопрепарат Мікосан-В – це біологічний препарат фунгіцидної дії, призначений для захисту рослин від широкого спектра грибкових, бактеріальних та вірусних захворювань. Препарат створений українським виробником ТОВ «Мікотон-Агліконт» і широко використовується в системах органічного та інтегрованого землеробства.

Діюча основа препарату – це комплекс біологічно активних речовин, зокрема полісахаридів, глюканів, олігогітину, а також ферментів (хитиназ, хітозаназ), які мають здатність руйнувати клітинні стінки патогенних грибів і стимулювати імунну відповідь рослин. Препарат діє не як прямий токсин, а як індуктор імунітету, активізуючи захисні механізми самої рослини.

Особливістю Мікосан-В є утворення захисної плівки на поверхні листків, яка створює механічний бар'єр для проникнення спор збудників хвороб, а також активує системну неспецифічну резистентність (СНР). Таким чином, препарат ефективно застосовується як у профілактичних цілях, так і на початкових етапах інфекційного ураження.

Спектр дії препарату охоплює такі хвороби, як борошниста роса, фітофтороз, септоріоз, церкоспороз, фомоз, бактеріози, парша, летюча сажка, гнилі та інші. Препарат безпечний для людей, тварин, комах-запилювачів, не накопичується в ґрунті і не чинить негативного впливу на корисну мікрофлору.

Норма витрати препарату становить у середньому 100 мл на 3–5 літрів води на сотку площі, залежно від культури, фази розвитку рослини та щільності листового покриву. Обробку проводять шляхом обприскування в безвітряну погоду, за потреби – повторюють через 10–14 днів.

Мікосан-В добре поєднується з іншими біологічними препаратами, не пригнічує ріст рослин і може використовуватися у всі фази вегетації, включно з періодом цвітіння. У дослідженнях ефективності за участі ярого ячменю відзначається зниження ураження рослин хворобами, покращення фізіологічного стану посівів, а також тенденція до підвищення врожайності, особливо при комбінованому застосуванні з іншими біоактивними речовинами.

Біопрепарат Бактофіт – це біологічний препарат, що містить живі культури бактерій роду *Bacillus subtilis*, які є природними антагоністами багатьох патогенних мікроорганізмів. Препарат застосовується для захисту

рослин від бактеріальних, грибкових та деяких вірусних захворювань, а також для стимулювання росту і розвитку культурних рослин.

Механізм дії Бактофіту полягає у конкурентному пригніченні патогенів на поверхні рослин і в ґрунті за рахунок виділення антимікробних сполук, ферментів, а також активації природних захисних реакцій рослини. Препарат сприяє покращенню мікробіологічної активності ґрунту, підвищує його родючість, а також стимулює розвиток кореневої системи.

Бактофіт використовується для обробки насіння, обприскування рослин у вегетаційний період, а також для протруювання посівного матеріалу. Оптимальна норма витрати становить близько 100 мл препарату на 5–10 л води на гектар, залежно від культури і мети застосування. Обробки зазвичай повторюють через 10–14 днів для підтримки захисного ефекту.

Препарат є екологічно безпечним, не токсичним для людини, тварин і корисних комах, не накопичується в продуктах рослинного походження і ґрунті. Завдяки комплексному впливу Бактофіт підвищує стійкість рослин до хвороб, покращує їх фізіологічний стан і збільшує врожайність.



Рис.2.1 Поле ячменю ярого в оптимальних агротехнічних умовах Лісостепу.

РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Вплив біопрепаратів на морфологічні показники сортів ячменю ярого

У сучасних агротехнологіях, що спрямовані на підвищення ефективності виробництва сільськогосподарських культур, важливе значення набуває впровадження екологічно безпечних засобів стимулювання росту та захисту рослин. Особливої актуальності набуває використання біологічних препаратів, які сприяють активізації фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, покращенню їхнього імунного статусу, а також підвищенню продуктивності.

Ячмінь ярий є однією з провідних зернових культур в Україні, яка має велике господарське значення, зокрема в пивоварній, комбікормовій та харчовій промисловості. Ефективне вирощування цієї культури в умовах кліматичних змін і нестабільного фітосанітарного фону потребує удосконалення агротехнологій, у тому числі через залучення біологічних засобів.

Біопрепарати, зокрема Мікосан-В і Бактофіт, завдяки своєму багатокомпонентному складу та біоактивності, здатні позитивно впливати на ріст і розвиток рослин, посилювати фотосинтетичну активність, формування елементів структури врожаю, а також покращувати якісні показники зерна. Важливим аспектом є також взаємодія конкретного сорту ячменю з біопрепаратом, оскільки від сортових особливостей значною мірою залежить ефективність їх дії.

У цьому розділі представлено результати досліджень щодо впливу застосування біопрепаратів на формування урожайного потенціалу різних сортів ячменю ярого. Розглянуто особливості формування біомаси, структури врожаю та продуктивності за різних варіантів обробки, що дозволяє оцінити ефективність біологічних препаратів у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах дослідження.

У таблиці наведено результати досліджень щодо впливу біопрепаратів Мікосан-В і Бактофіт на основні морфометричні характеристики колоса у двох сортів ячменю ярого, саме Авгій та Водограй.

За результатами досліджень, середня довжина колоса варіювалася від 7,6 см до 8,0 см, залежно від сорту та варіанта обробки. Найбільшу довжину колоса (8,0 см) зафіксовано у сорту Водограй при застосуванні препарату Бактофіт, тоді як найменший показник (7,6 см) спостерігався у сорту Авгій за обробки Мікосан-В (табл.3.1).

Таблиця 3.1

**Вплив біопрепаратів на структуру врожаю сортів ячменю ярого
(середнє 2024-2025)**

Фактор А	Фактор В	Довжина колоса, см	Маса зерен з колоса,	К-сть зерен в колосі, шт
Авгій	Мікосан В	7,6	0,69	13,5
	Бактофіт	7,9	0,64	14,0
Водограй	Мікосан В	7,8	0,65	13,9
	Бактофіт	8,0	0,69	14,2

Маса зерен з одного колоса коливалася від 0,64 г до 0,69 г. Вищу масу зерна (0,69 г) показали два варіанти: Авгій + Мікосан-В та Водограй + Бактофіт, що свідчить про позитивний вплив цих комбінацій на накопичення асимілятів у колосі.

За показником кількості зерен у колосі спостерігалася певна варіативність у межах від 13,5 до 14,2 зернин. Найвищий показник показник 14,2 зернини в колосі був характерний для сорту Водограй при обробці Бактофітом, що свідчить про позитивний вплив препарату на генеративну продуктивність цієї культури.

Таким чином, застосування біопрепаратів позитивно впливало на формування елементів структури врожаю ячменю ярого. У більшості випадків Бактофіт забезпечував дещо кращі результати, особливо в поєднанні з сортом Водограй, що вказує на доцільність урахування сортових

особливостей при застосуванні біологічних засобів у технології вирощування.

З рисунка спостерігаємо результати досліджень впливу біопрепаратів Мікосан-В і Бактофіт на один із ключових показників якості врожаю ячменю ярого – масу 1000 зерен. Даний показник є важливим елементом структури врожайності та свідчить про повноцінність наливу зерна.

За отриманими даними, у сорту Авгій маса 1000 зерен варіювалася від 42,2 г (при обробці препаратом Мікосан-В) до 43,0 г (при застосуванні Бактофіту). Це свідчить про покращення наливу зерна при використанні Бактофіту, ймовірно, за рахунок більш активного росту та метаболізму у фазі формування зернівки (рис.3.1).

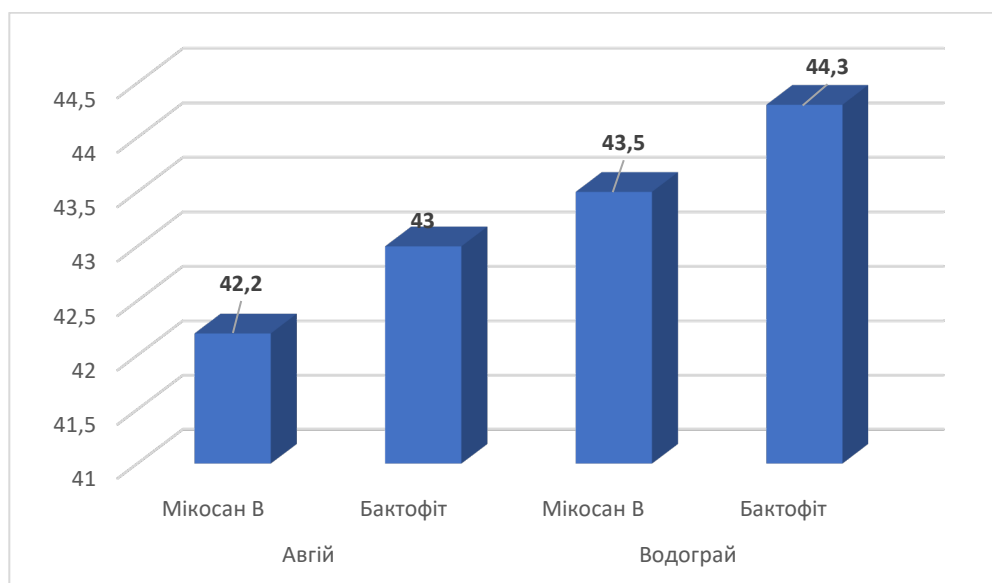


Рис. 3.1 Маса 1000 зерен сортів ярого ячменю залежно біопрепаратів (середнє 2024-2025)

У сорту Водограй спостерігалось не лише загальне підвищення маси 1000 зерен порівняно з сортом Авгій, але й чітка позитивна динаміка залежно від біопрепарату: від 43,5 г Мікосан-В до 44,3 г Бактофіт. Це свідчить про добру реакцію сорту Водограй на біологічні препарати, особливо на Бактофіт.

Таким чином, за обох сортів застосування біопрепаратів сприяло збільшенню маси 1000 зерен. Найвищий показник зафіксовано у варіанті Водограй + Бактофіт, що вказує на синергічну ефективність цього поєднання.

У цілому, Бактофіт забезпечив вищі значення показника, що може бути пов'язано з його більш активною біологічною дією у фазу наливу зерна.

Натура зерна є важливим показником якості зерна ячменю, що відображає його щільність, вирівняність і наповненість. Цей показник має значення при оцінці хлібопекарських, пивоварних та кормових властивостей культури, а також використовується як один з індикаторів загальної продуктивності рослини.

Згідно з результатами дослідження, застосування біопрепаратів Мікосан-В і Бактофіт сприяло підвищенню натури зерна у досліджуваних сортів ячменю ярого (рис.3.2).

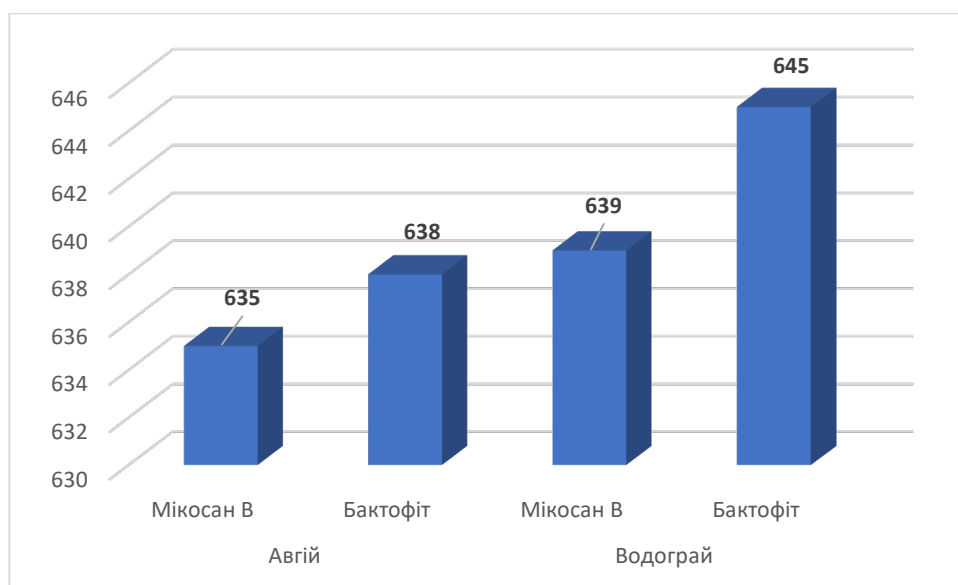


Рис. 3.2 Вплив біопрепаратів на натуру зерна ячменю ярого (середнє 2024-2025)

Найвищий показник натури – 645 г/л – був зафіксований у сорту Водограй при використанні препарату Бактофіт, що свідчить про його позитивний вплив на щільність і повноту наливу зерна. Дещо нижчим показник натури було відмічено при вирощуванні сорту Авгій при використанні препарату Бактофіт, як становить 638 г/л, та дещо нижчі показники при обробці препаратом Мікосан В. В цілому, сорти по-різному реагували на обробку біопрепаратами, однак в усіх варіантах спостерігалася тенденція до покращення показника натури, особливо під впливом Бактофіту.

Це дозволяє зробити висновок про доцільність застосування біологічних препаратів у технології вирощування ячменю ярого з метою підвищення як кількісних, так і якісних параметрів врожаю.

Урожайність є одним із найважливіших показників ефективності вирощування сільськогосподарських культур, зокрема зернових. Вона комплексно відображає вплив генетичних особливостей сорту, умов вирощування, технологій обробітку ґрунту, погодних факторів, а також застосованих засобів захисту та стимуляторів росту. В контексті підвищення продуктивності агроценозів актуальним є пошук оптимального поєднання сортів із біопрепаратами, які можуть підвищувати урожайність без шкоди для довкілля.

У ході дослідження було проаналізовано урожайність ячменю ярого залежно від сорту та застосування біопрепаратів протягом двох вегетаційних сезонів. Результати представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Урожайність сортів ячменю ярого залежно від застосування біопрепаратів, т/га

Фактор А	Фактор В	Урожайність ячменю ярого, т/га		
		2024	2025	середнє
Авгій	Мікосан В	2,9	3,0	2,95
	Бактофіт	3,1	3,2	3,1
Водограй	Мікосан В	3,5	3,7	3,6
	Бактофіт	3,8	3,9	3,85

Результати показали, що сорт ячменю має суттєвий вплив на формування врожаю. Зокрема, сорт Водограй забезпечив значно вищу урожайність у порівнянні з сортом Август, незалежно від застосованого біопрепарату. Так, середня урожайність сорту Август становила 2,95–3,10 т/га, тоді як у сорту Водограй – 3,60–3,85 т/га.

Щодо дії біопрепаратів, то застосування Бактофіту виявилось ефективнішим у порівнянні з Мікосаном В для обох сортів. Для сорту Август урожайність підвищилася з 2,95 т/га (Мікосан В) до 3,10 т/га (Бактофіт).

Аналогічна тенденція спостерігалася і у сорту Водограй: урожайність зросла з 3,60 т/га (Мікосан В) до 3,85 т/га (Бактофіт).

Найнижчі показники урожайності отримано при вирощуванні сорту Авгій з обробкою Мікосаном В – 2,95 т/га, що свідчить про відносно нижчу продуктивність цього поєднання. Натомість найвищу урожайність забезпечило поєднання сорту Водограй та біопрепарату Бактофіт – 3,85 т/га, що вказує на синергічний ефект між високопродуктивним сортом і ефективним біопрепаратом.

Таким чином, урожайність ячменю ярого значною мірою залежить як від генетичних особливостей сорту, так і від дії біопрепаратів. Найвищу урожайність у досліді забезпечило поєднання сорту Водограй з біопрепаратом Бактофіт, яке дало в середньому 3,85 т/га. Це на 0,90 т/га більше, ніж у варіанті з найнижчим показником – Авгій із застосуванням Мікосану В. Такий приріст становить понад 30% і вказує на виражену позитивну взаємодію сорту з біопрепаратом, що є важливим фактором при плануванні технологій вирощування ячменю ярого.

Одним із ключових показників якості зерна є вміст білку, який визначає його харчову, кормову та технологічну цінність. У ході дослідження було проаналізовано вплив сортових особливостей та біологічних препаратів на вміст білку в зерні ячменю ярого (рис.3.3).

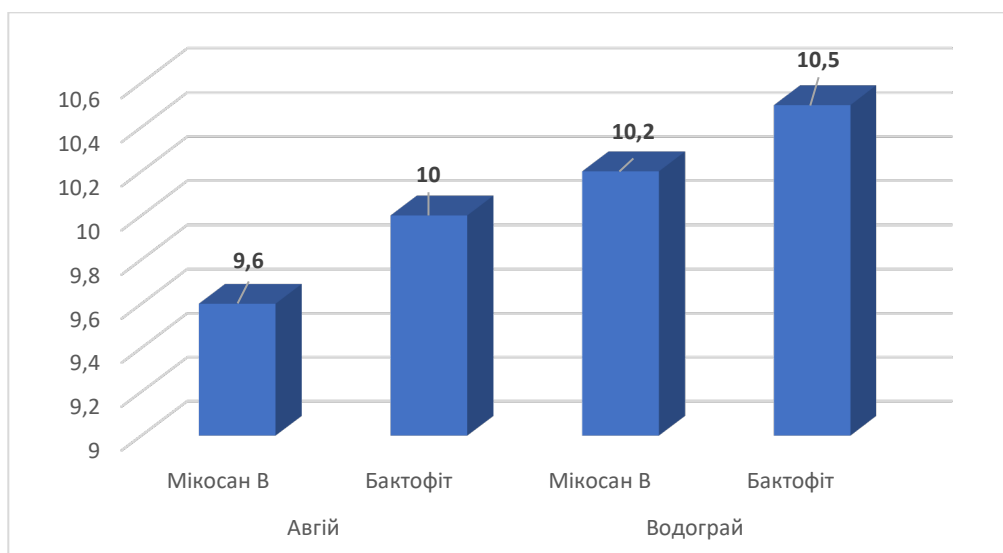


Рис. 3.3 Впливу сортів ячменю ярого та біопрепаратів на вміст білку в зерні (середнє 2024-2025)

Результати показали, що вміст білку варіював залежно як від сорту, так і від застосованого біопрепарату. Сорт Водограй виявився більш продуктивним за цим показником у порівнянні з сортом Авгій. Так, при обробці препаратом Мікосан В, вміст білку в зерні сорту Авгій становив 9,6%, тоді як у сорту Водограй — 10,2%. За використання біопрепарату Бактофіт, показники становили відповідно 10,0% у Авгія та 10,5% у Водограю.

Таким чином, сорт Водограй незалежно від застосованого біопрепарату забезпечував вищий вміст білку в зерні, що свідчить про його генетичну перевагу в плані якості продукції.

Щодо впливу біологічних препаратів, було встановлено, що Бактофіт сприяв збільшенню вмісту білку у порівнянні з Мікосаном В. У сорту Авгій цей приріст становив 0,4%, а у сорту Водограй — 0,3%. Це дозволяє зробити висновок, що Бактофіт позитивно впливає на білковий обмін у рослинах ячменю ярого, ймовірно, через стимулювання мікробіологічної активності в ризосфері та покращення азотного живлення.

Найвищий показник вмісту білку в досліді був зафіксований при поєднанні сорту Водограй з біопрепаратом Бактофіт і склав 10,5%, що вказує на високу якість зерна та перспективність такого агротехнічного прийому.

3.2 Фітопатологічна оцінка впливу сортових особливостей та біопрепаратів на розвиток хвороб ячменю ярого

Біологічні препарати, що застосовувались у дослідженні — Мікосан В та Бактофіт — є засобами біофунгіцидної дії, спрямованими на обмеження розвитку збудників грибних захворювань. Їх фунгіцидний ефект ґрунтується на дії активних метаболітів, а також антагонізмі корисних мікроорганізмів щодо фітопатогенів, що забезпечує пригнічення їх розвитку на ранніх стадіях інфекційного процесу. У сучасних умовах, коли зростає попит на екологічно безпечне виробництво зернових культур, дослідження ефективності біопрепаратів у контролі хвороб ячменю ярого є особливо актуальним.

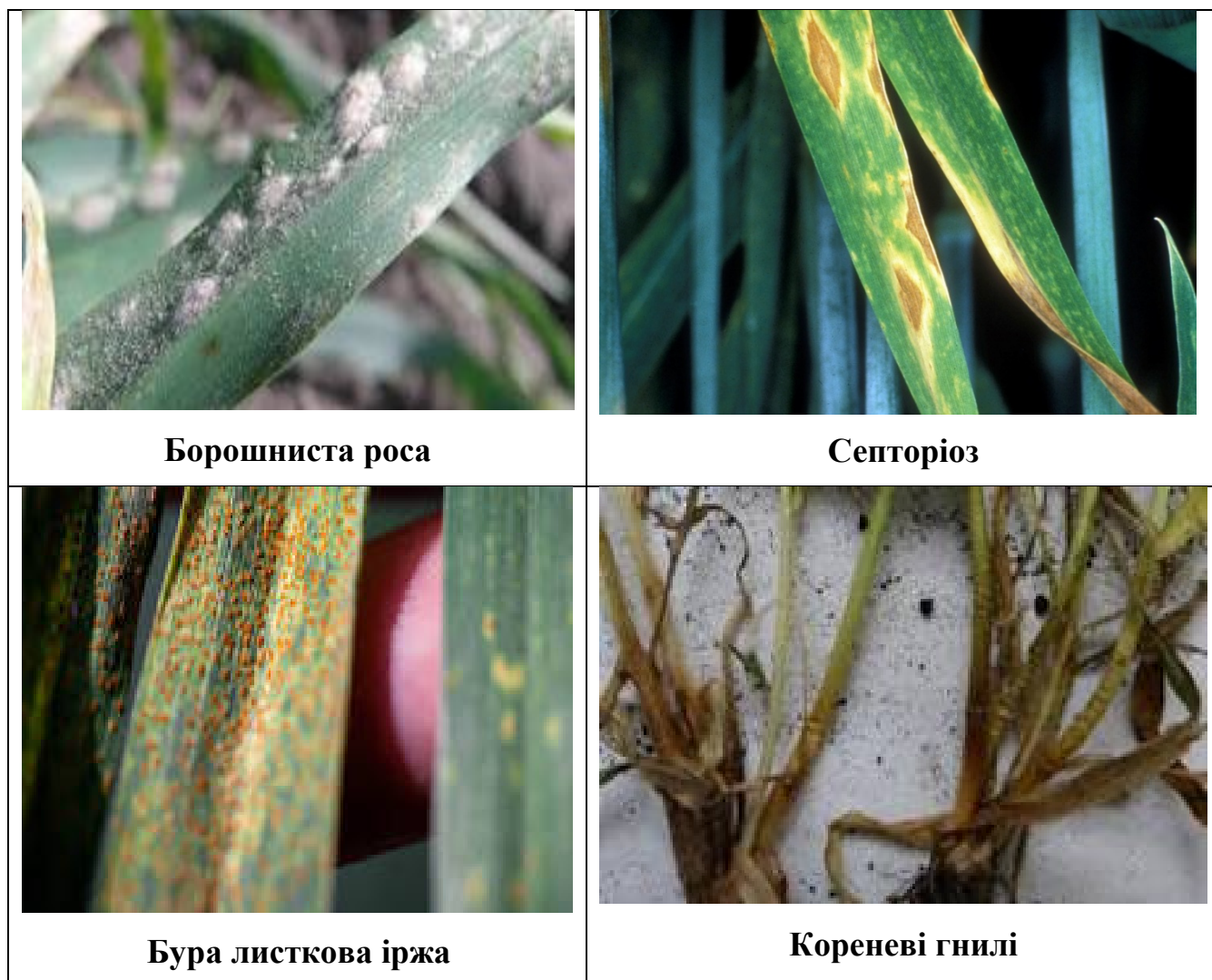


Рис. 3.4. Симптоми ураження основними хворобами ячменю ярого

У таблиці 3.3 наведено результати оцінки ступеня розвитку основних хвороб ячменю ярого – корневих гнилей, борошнистої роси, бурої іржі та септоріозу – залежно від використаного сорту і біологічного препарату.

Таблиця 3.3

Вплив сортових особливостей та біопрепаратів на розвиток хвороб ячменю ярого

Фактор А	Фактор В	Розвиток хвороб, %			
		Кореневі гнилі	Борошниста роса	Бура іржа	Септоріоз
Авгій	Мікосан В	0,9	0,7	0,1	0,6
	Бактофіт	0,5	0,3	0	0,5
Водограй	Мікосан В	0,6	0,5	0,1	0,5
	Бактофіт	0,2	0	0	0,3

Сорт Авгій, оброблений препаратом Мікосан В, характеризувався найвищими показниками розвитку хвороб серед усіх варіантів: кореневі гнилі – 0,9%, борошниста роса – 0,7%, септоріоз – 0,6%, що вказує на відносну сприйнятливість сорту до комплексу грибних інфекцій та помірну ефективність препарату. Застосування Бактофіту знизило інтенсивність ураження: борошниста роса зменшилася до 0,3%, а бура іржа взагалі не проявилась.

Сорт Водограй продемонстрував вищу природну резистентність до патогенів. Найнижчі показники ураження були зафіксовані саме в комбінації Водограй + Бактофіт: розвиток корневих гнилей становив 0,2%, борошниста роса та бура іржа – не виявлялись, а септоріоз – 0,3%. Це свідчить про синергічну дію сортового імунітету та антагоністичної активності препарату Бактофіт, що забезпечує ефективний фітосанітарний стан посівів.

Таким чином, результати дослідження доводять, що біофунгіцид Бактофіт проявляє вищу інгібуючу активність щодо збудників грибних хвороб порівняно з Мікосаном В, а його використання у поєднанні з генетично більш стійкими сортами, зокрема Водограй, є оптимальним агротехнічним рішенням для зниження інфекційного тиску на посівах ячменю ярого в умовах інтегрованого захисту.

3.3 Економічна ефективність застосування біопрепаратів при вирощуванні сортів ячменю ярого

Основною метою діяльності сільськогосподарських виробників є отримання високих врожаїв якісної продукції з максимальною економічною віддачею. Саме прибуток, як результат ефективного господарювання, забезпечує можливість впровадження сучасних технологій, оновлення матеріально-технічної бази, придбання високоякісного насіння та стимулювання продуктивності праці. Для досягнення цієї мети необхідно

обирати оптимальні та економічно доцільні агротехнічні заходи, зокрема щодо вирощування польових культур, у тому числі ячменю ярого.

Проведення економічної оцінки застосування окремих технологічних прийомів дає змогу виявити внутрішні резерви підвищення ефективності виробництва, адаптувати систему вирощування до конкретних умов господарства та забезпечити її стабільну рентабельність у сучасному аграрному середовищі.

У представленій таблиці наведено результати розрахунку економічної ефективності вирощування двох сортів ячменю ярого – Авгій та Водограй за умови застосування двох біопрепаратів: Мікосан В та Бактофіт. Враховано урожайність зерна, валову продукцію, витрати на виробництво, чистий прибуток та рівень рентабельності (табл.3.4).

Таблиця 3.4

Економічна ефективність застосування біопрепаратів при вирощуванні сортів ячменю ярого

Фактор А	Фактор В	Урожайність т/га	Валова продукція, грн	Витрати, грн	Чистий прибуток, грн	Рентабель- ність, %
Авгій	Мікосан В	2,95	20 650	20 400	250	1,23
	Бактофіт	3,10	21 700	20 500	1 200	5,85
Водограй	Мікосан В	3,60	25 200	20 400	4 800	23,53
	Бактофіт	3,85	26 950	20 500	6 450	31,46

Ціна реалізації зерна прийнята на рівні 7000 гривень за тону, основні виробничі витрати склали 20 000 гривень за гектар, а вартість біопрепаратів 400 гривень за гектар для Мікосану В та 500 гривень для Бактофіту.

За отриманими даними, урожайність сорту Водограй була вищою, ніж у сорту Авгій, що вплинуло на розмір валової продукції та чистого прибутку. Застосування біопрепарату Бактофіт забезпечило кращі показники прибутковості порівняно з Мікосаном В для обох сортів.

Найвищий чистий прибуток, що склав 6450 гривень за гектар, та максимальний рівень рентабельності – 31,46% – були досягнуті при вирощуванні сорту Водограй з використанням біопрепарату Бактофіт. Навпаки, мінімальні прибутки спостерігалися у варіанті сорту Авгій із Мікосаном В.

Таким чином, результати свідчать про доцільність застосування сорту Водограй у поєднанні з біопрепаратом Бактофіт для підвищення економічної ефективності виробництва ячменю ярого.

ВИСНОВКИ

У результаті проведених досліджень, спрямованих на вивчення впливу сортових особливостей та біологічних препаратів на продуктивність і якість зерна ячменю ярого, було отримано низку важливих наукових та практичних результатів. На основі проведених досліджень можна зробити такі узагальнюючі висновки:

1. Найвищу генеративну продуктивність продемонстрував сорт Водограй при застосуванні біопрепарату Бактофіт, де середня кількість зернин у колосі становила 14,2 шт., що свідчить про позитивний вплив препарату на формування генеративних органів рослини.

2. У сорту Водограй відмічалось збільшення маси 1000 зерен порівняно з сортом Авгій. Крім того, спостерігалась чітка позитивна динаміка при використанні різних біопрепаратів: від 43,5 г (Мікосан В) до 44,3 г (Бактофіт), що вказує на високу чутливість цього сорту до біологічного стимулювання.

3. Максимальне значення натури зерна – 645 г/л – зафіксовано також у варіанті Водограй + Бактофіт, що є свідченням покращення наливу зерна та підвищення його якості.

4. Найвища урожайність була досягнута за поєднання сорту Водограй із біопрепаратом Бактофіт і становила 3,85 т/га, що підтверджує ефективність взаємодії високопродуктивного сорту з біологічним препаратом.

5. За вмістом білку також перевагу мав варіант Водограй + Бактофіт, де показник склав 10,5%, що свідчить про покращення якісних характеристик зерна в результаті біологічної дії препарату.

6. Найвищий економічний ефект досягнуто саме при вирощуванні сорту Водограй з Бактофітом, де чистий прибуток становив 6450 грн/га, а рівень рентабельності – 31,46%, що є найкращим результатом серед усіх досліджуваних варіантів.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для підвищення урожайності та якості зерна ячменю ярого у виробничих умовах рекомендується впроваджувати сорт Водограй у поєднанні з біопрепаратом Бактофіт, який забезпечив найвищі показники урожайності (3,85 т/га), вмісту білку (10,5%) та економічної ефективності (рентабельність 31,46%). Застосування Бактофіту позитивно впливає на генеративну продуктивність, масу 1000 зерен і натуру зерна, що свідчить про доцільність використання біологічних препаратів як екологічно безпечного засобу стимулювання росту.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Мойсеєнко В.І. Історія вирощування ячменю в Україні. Аграрна наука. 2019. Вип. 3. С. 45–52.
2. Ткаченко С.О., Петренко І.В. Біологічні особливості ячменю ярого. Київ, 2021. 120 с.
3. Державний аграрний портал України. Статистика вирощування ячменю ярого в Україні. URL: <http://agro.gov.ua>
4. Сидоренко В.М. Ячмінь: агротехніка та сорти. Харків: Аграрний університет, 2020. 135 с.
5. Коваленко І.В. Технології інтенсивного вирощування ячменю ярого. *Агронаука*. 2023. Т. 58, №2. С. 23-30.
6. Чумаченко О.П. Вплив агротехнічних заходів на урожайність ячменю. Львів, 2022. 98 с.
7. Власюк О. Ефективність біопрепаратів на посівах пшениці та ячменю ярого / О. Власюк *Агровісник Причорномор'я*. 2021. № 10. С. 15–20. https://agrovisnyk.com/index.php/agrovisnyk/article/view/2021_10_03.
8. Макуха О. В. Економічна ефективність застосування біопрепаратів при вирощуванні ячменю ярого. *Інноваційне садівництво, овочівництво та виноградарство*. 2021. № 20. С. 94–99. <https://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/148>.
9. Андрейченко О. Г., Колісник Н. С., Романенко О. С. Продуктивність рослин голозерного та плівчастого ячменю ярого залежно від застосування біопрепаратів і біологічно активних речовин. *Біологія та екологія*. 2013. № 3. С. 42–46. <https://journals.uran.ua/pbsd/article/view/59842>.
10. Григор'єва Т. М. Ефективність застосування мінеральних добрив у поєднанні з мікробними препаратами при вирощуванні ячменю ярого *Наукові записки*. Серія: Біологічні науки. 2020. № 3(183). С. 112–117. <https://smic.in.ua/index.php/journal/article/view/166>.
11. Єфремов І. С., Доля В. О. Дія біопрепарату Місго-1 на розвиток хвороб ячменю ярого. *Біологічні системи: теорія і практика*. 2017. Т. 5, № 1. С. 49–54. https://journals.uran.ua/sr_bio/article/view/99839.
12. Вплив регуляторів росту рослин на онтогенез сортів ячменю ярого / М. В. Горобець та ін. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 1. С. 106–115. URL: <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.01.12>
13. Іщенко В. А. Вплив сортових особливостей та добрив на зернову продуктивність тритикале ярого. *Podilian Bulletin Agriculture Engineering Economics*. 2023. № 34. С. 19–25. URL: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2021-1-2>

14. Короткова І. В., Горобець М. В., Чайка Т. О. Вплив стимуляторів росту на продуктивність сортів ячменю ярого. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2021. № 2. С. 20–30. URL: <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.02>
15. Паламарчук В. Д., Колісник О. М. Вплив підживлення азотними добривами на елементи структури урожаю та продуктивність ячменю ярого. Аграрні інновації. 2023. № 20. С. 56–61. URL: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.20.9>
16. Положення про кваліфікаційні роботи у Житомирському національному агроекологічному університеті [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://znau.edu.ua/m-universitet/m-publichna-informatsiya>
17. Столяр С., Трембіцька О., Кропивницький Р. Кліматичні зміни та продуктивність фітоценозів : навчальний посібник. Житомир : Поліський національний університет, 2025. 286 с.
18. Рожков А. О., Гутянський Р. А. Динаміка формування площі листя рослин ячменю ярого залежно від впливу норми висіву та позакореневих підживлень. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2017. № 4. С. 32–37. URL: <https://doi.org/10.31210/visnyk2017.04.05>
19. Формування популяцій фітопатогенів у листовому мікробіомі рослин ячменю ярого / Л. В. Гаврилюк та ін. Ukrainian Journal of Natural Sciences. 2024. № 8. С. 179–190. URL: <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.8.2024.19>
20. Біорізноманіття дикорослих, лікарських і сільськогосподарських рослин-медоносів : навчальний посібник / С. Столяр, С. Журавель, О. Трембіцька, Р. Кропивницький, Т. Клименко / за редакцією С. Столяр, С. Журавля. Житомир : Поліський національний університет, 2024. 248 с.
21. Гамаюнова В. В., Бакланова Т. В., Кувшинова А. О., Касаткіна Т. О. Значення біопрепаратів в ефективному використанні вологи рослинами ячменю в умовах Південного Степу України. Global Science and education in the modern realities»: conferece proceedings august. Washington, USA 2020. № 1. Р. 171-174.
22. Serna-Díaz, M. G., et al. (2020). Use of barley straw as a support for production of *Trichoderma harzianum* conidiospores: substrate optimization for biopreparation manufacture. Journal of Biotechnology, 323, 1-9.
23. Backer, R. et al. (2018). Plant growth-promoting rhizobacteria: Mechanisms and commercialization. Frontiers in Plant Science, 9, 1473. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01473>

24. Sorahinobar, M., et al. (2025). Multifaceted role of *Trichoderma harzianum* isolates in improving drought tolerance of barley via seed biopriming. *Scientific Reports*, 15, 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-08922-2>
25. Hyles, J., Bloomfield, M. T., Hunt, J. R., Trethowan, R. M., & Trevaskis, B. (2020). Phenology and related traits for wheat adaptation. *Heredity*, 125(6), 417–430. <https://doi.org/10.1038/s41437-020-0320-1>
26. García G. A., Dreccer M. F., Miralles D. J., Serrago R. A. (2015). High night temperatures during grain number determination reduce wheat and barley grain yield: a field study. *Glob. Chang. Biol.* 21 4153–4164. 10.1111/gcb.13009
27. García G. A., Serrago R. A., Dreccer M. F., Miralles D. J. (2016). Post-anthesis warm nights reduce grain weight in field-grown wheat and barley. *Field Crop. Res.* 195 50–59. 10.1016/j.fcr.2016.06.00
28. Ленъ О. І. Ефективність технології вирощування ячменю ярого в умовах східного Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава, 2008. № 1. С. 159–161.
29. Giménez V. D., Miralles D. J., García G. A., Serrago R. A. (2021). Can crop management reduce the negative effects of warm nights on wheat yield? *Field Crop. Res.* 261:108010.
30. Ленъ О. І. Продуктивність ячменю ярого залежно від технології вирощування. Наукове забезпечення інноваційного розвитку агропромислового комплексу в умовах змін клімату : *Міжнародна наук. практ. конф. молодих вчених і спеціалістів*. Дніпро, 2017. С. 117–119.
31. Gol L., Haraldsson E. B., von Korff M. (2021). Ppd-H1 integrates drought stress signals to control spike development and flowering time in barley. *J. Exp. Bot.* 72 122–136. 10.1093/jxb/eraa261
32. Most recent detection of invasive species *Erysiphe palczewskii* (Jacz.) u. Braun et s. Takam. on *Robinia pseudoacacia* L. in Ukraine / M. M. Kliuchevych, S. H. Stoliar, P. Ya. Chumak, S. M. Vigera. *Modern Phytomorphology*. 2020. Vol. 14. P. 85–92.
33. Petcu, E., Văşilescu, L., & Ion, V. (2020). *Genotype, seed rate and climate conditions influence on winter barley agronomic performances*. *AgroLife Scientific Journal*, 9(2).
34. Khanal, R. et al. (2022). *Optimum seeding rates for hullless barley production in eastern Canada*. *Canadian Journal of Plant Science*, 102(6), 1177-1184.
35. Demirlicakmak, A., Kaufmann, M. L., & Johnson, L. P. V. (1963). *The influence of seed size and seeding rate on yield and yield components of barley*. *Canadian Journal of Plant Science*, 43(3), 330-337.

36. Calvi, A., Romeo, M., Badagliacca, G., & Bacchi, M. (2021). *Seeding Density and Nitrogen Fertilization Effects on Agronomic Responses of Some Hybrid Barley Lines in a Mediterranean Environment*. *Agronomy*, 11(10), 1942.
37. Bekele, S., Yoseph, T., & Ayalew, T. (2020). *Growth, Protein Content, Yield and Yield Components of Malt Barley Varieties in Response to Seeding Rate at Sinana District, Southeast Ethiopia*. *International Journal of Applied Agricultural Sciences*, 6(4), 61-71.
38. Kamins'ka V., Buslaieva N. Productivity of spring barley depending on the weather conditions and the level of intensification of growing technology. *Visnyk agrarnoi nauky*. 2021. Vol. 99, no. 5. P. 30–37. URL: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202105-04>
39. Prorochenko T. Economic efficiency of spring rape cultivation depending on the width between rows and seeding rate of seeds on typical chernozems. *Naukovì dopovidì Nacìonal'nogo unìversitetu bìoresursiv ì prirodokoristuvannâ Ukraïni*. 2018. Vol. 2018, no. 3. URL: <https://doi.org/10.31548/dopovidi2018.03.021>